

533,295

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Mai 2004 (13.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/040032 A1

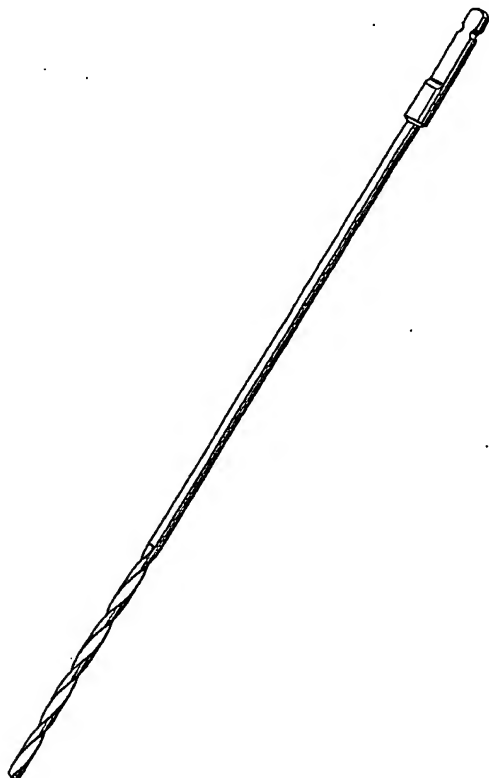
- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: C22C 38/42, 38/44
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/050743
- (22) Internationales Anmeldedatum:
22. Oktober 2003 (22.10.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 51 413.5 1. November 2002 (01.11.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SANDVIK AB [SE/SE]; S-811 81 Sandviken (SE).

- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BLANKE, Bernd
[DE/DE]; Neue Bindstr. 10, 77736 Zeil a.H. (DE).
- (74) Anwälte: WEBER, Dieter usw.; Weber, Seiffert, Lieke,
Taunusstr. 5a, Postfach 61 45, 65051 Wiesbaden (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: USE OF A NON-CORROSIVE, MARTENSITICALLY HARDENING STEEL

(54) Bezeichnung: VERWENDUNG EINES KORROSIONSBESTÄNDIGEN, MARTENSITISCH AUSHÄRTENDEN STAHL



(57) Abstract: The aim of the invention is to produce mechanically driven rotary tools, preferably boring, milling, grinding and cutting tools which are stable, non-corrosive and biocompatible and also have high mechanical strength properties, in conjunction with good ductility properties. To this end, the invention relates to the use of a precipitation-hardenable, martensitic, stainless chromium-nickel steel having the following composition (in weight %): 10 to 14 of chromium; 7 to 11 of nickel; 0.5 to 6 of molybdenum; 0.5 to 4 of copper; 0.05 to 0.55 of aluminium; 0.4 to 1.4 of titanium; up to 0.3 of carbon and nitrogen; less than 0.05 of sulphur; less than 0.05 of phosphorus; up to 0.5 of manganese; up to 0.5 of silicon; respectively up to 0.2 of tantalum, niobium, vanadium and wolfram; and optionally up to 9 of cobalt; optionally 0.0001 to 0.1 of boron; the remainder consisting of iron and common impurities.

(57) Zusammenfassung: Zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, vorzugsweise Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeugen, die stabil, korrosionsbeständig und biokompatibel sind und gleichzeitig hohe Festigkeitswerte, verbunden mit guten Duktilitätseigenschaften aufweisen, schlägt die Erfindung die Verwendung eines ausscheidungshärtbaren, martensitischen, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahls mit folgender Zusammensetzung (in Gewichts%) vor: Chrom 10 bis 14; Nickel 7 bis 11; Molybdän 0,5 bis 6; Kupfer 0,5 bis 4; Aluminium 0,05 bis 0,55; Titan 0,4 bis 1,4; Kohlenstoff + Stickstoff bis zu 0,3; Schwefel weniger als 0,05; Phosphor weniger als 0,05; Mangan

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/040032 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

#SANDVI 102-05-WO
Sandvik AB

5 Verwendung eines korrosionsbeständigen, martensitisch aushärtenden Stahls

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine neue Verwendung von ausscheidungshärtbaren, martensitischen, rostfrei-
10 en Stählen zur Herstellung von Rotationswerkzeugen für Anwendungen mit hohen Anforderungen
an eine Kombination von hoher Härte und Duktilität sowie Korrosionsbeständigkeit, wie Bohr-, Fräs-,
Schleif- und Schneidwerkzeugen.

Hintergrund und technische Problemstellung

15 Ausscheidungshärtbare, martensitische, rostfreie Stähle sind aus der WO 93/07303 bekannt. Darin
wird eine Zusammensetzung eines rostfreien Stahls beschrieben, der eine sehr hohe Festigkeit bei
gleichzeitig guter Duktilität aufweist. Dieser Stahl wird als besonders geeignet für die Herstellung
von Injektionskanülen, zahnärztlichen Instrumenten und medizinischen Instrumenten auf der Grund-
20 lage von aus der genannten Stahlsorte hergestelltem Draht- und Bandmaterial beschrieben. Auf-
grund der hohen Härte des Stahls musste die weitere Bearbeitung auf ein Minimum beschränkt wer-
den.

In der WO 01/14601 A1 wird ein Verfahren zur Herstellung von Teilen mit komplizierter Geometrie
durch eine Reihe von Verfahrensschritten, einschließlich Ausscheidungshärtung, Tempem, Ab-
25 schrecken und Härten beschrieben, dessen Ergebnis eine homogene Härte von mindestens 450 HV
ist. Es wird beispielhaft erwähnt, dass ein ausscheidungshärtbarer, martensitischer, rostfreier Stahl
zur Herstellung von medizinischen Instrumenten nach dem darin spezifizierten Prozess verwendet
werden kann. Das Problem der Bearbeitbarkeit wurde in diesem Fall mit Hilfe des speziellen Herstel-
lungsverfahrens gelöst, kann jedoch nicht auf Werkzeuge, speziell rotierende Werkzeuge mit komplizierter
30 Geometrie angewendet werden kann.

Für die Verwendung eines Stahls zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen,
insbesondere von Rotationswerkzeugen für medizinische, speziell dentale und chirurgische Anwen-
dungen, sollten eine Reihe von Randbedingungen erfüllt sein.

35 Bohrer, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeuge haben je nach Verwendungszweck sehr geringe
Durchmesser, die unter 1 mm liegen können. Dennoch besitzen sie eine im Verhältnis zum Durch-
messer große Länge, um eine bestimmte Arbeitstiefe zu ermöglichen, die noch einmal verlängert
wird um den Abschnitt, der für die Aufnahme des Werkzeuges im Werkzeughalter bzw. Futter vor-
40 gesehen ist. Aufgrund dieses extremen Längen/Durchmesser-Verhältnisses und der daraus resultie-
renden ungünstigen Momentverteilung sind solche Werkzeuge sehr empfindlich gegenüber den im

- 2 -

praktischen Gebrauch anliegenden Biegebelastungen. Bereits ein leichtes, mit bloßem Auge kaum feststellbares Verbiegen des Bohrers kann dazu führen, dass er beim nächsten Ansetzen durch den Operateur oder dem nächsten Gebrauch allgemein unrund läuft und unwuchtig ist. Aufgrund der häufig sehr hohen Rotationsgeschwindigkeiten führt dies in der Praxis dazu, dass die Bohrer während des Betriebes abbrechen. Dies bedeutet nicht nur, dass die Bohrer eine kurze Lebensdauer haben und aus Sicherheitsgründen häufig ausgetauscht werden müssen, sondern auch eine erhebliche Verletzungsgefahr für Operateur, Patient und umstehende Personen, die von herumfliegenden Werkzeugteilen getroffen werden können, sowie einen erheblichen Kostenfaktor.

Nach dem Medizinprodukte-Gesetz werden speziell Werkzeuge mit kleinen Abmessungen von den Herstellern als Einwegprodukte deklariert, was für den Anwender einen zusätzlichen Kostenaufwand darstellt. Nach dem einmaligen Gebrauch der Werkzeuge ist eine zweite Verwendung nicht mehr zulässig, und der Anwender muss ein neues Werkzeug einsetzen, was zu unverträglich hohen Kosten führt.

Es besteht daher ein dringender Bedarf nach maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen für den mehrmaligen Gebrauch, insbesondere dentalen und chirurgischen Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeugen mit und ohne definierte Schneide, die eine sehr hohe Härte besitzen, korrosionsbeständig und gleichzeitig auch gegenüber bekannten Werkzeugen bzw. Instrumenten bruchstocher sind. Neben Härte und Bruchstocher ist die gleichzeitige Korrosionsbeständigkeit von entscheidender Bedeutung. Gerade dentale und chirurgische Instrumente werden nach jedem Gebrauch sterilisiert und dabei stark korrodierenden Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, organische und andere Lösungsmittel etc.) ausgesetzt. Hinzu kommen die korrosiven Medien beim Gebrauch, wie z. B. Blut und andere Körperflüssigkeiten. Werden solche dentalen und chirurgischen Instrumente durch Korrosion beschädigt bzw. angegriffen, besteht die Gefahr, dass Patienten mit den Korrosionsrückständen kontaminiert werden und gefährlichen postoperativen Komplikationen ausgesetzt werden.

Es besteht daher ein dringender Bedarf nach stabilen, korrosionsbeständigen und biokompatiblen maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, wie Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeugen, die gleichzeitig hohe Festigkeitswerte, verbunden mit guten Duktilitätseigenschaften bieten.

Derzeit wird eine Reihe gut bekannter und gut untersuchter Legierungstypen zum Formen und Herstellen solcher Werkzeuge und Instrumente verwendet. Einige dieser Legierungen sind martensitische nicht rostende Stähle, austenitische nicht rostende Stähle und ausscheidungshärtbare nicht rostende Stähle. Jede dieser bekannten Legierungen weist eine Reihe von guten Materialeigenschaften auf, wie Korrosionsbeständigkeit, Festigkeit, Formbarkeit und/oder Duktilität, doch hat jede Legierung auch Nachteile und kann bestimmten Produktanforderungen nicht entsprechen. Aus der Praxis sind komplexe Probleme und Nachteile von derzeit auf dem Markt erhältlichen Rotations-

werkzeugen bekannt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzungen einiger häufig verwendeter Stähle.

Legierung	C	Si	Mn	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	N	P
AISI 420	0,360	0,15	0,30	<0,020	13,5	<0,3					
AISI 420 F	0,220	0,58	1,58	0,175	13,0	0,80	1,2				
AISI 304	0,060	0,66	1,22	0,002	18,6	8,60	0,2				
ISO 5832-1-D	<0,03	<1,0	<2,0	<0,01	17,5	14,0	2,8	<0,5		<0,1	<0,025
ISO 5832-9	0,080	<0,75	3,60	<0,01	20,5	10,0	2,5	<0,25		0,4	<0,025
Carpenter 455	0,006	0,07	0,03	0,004	11,40	8,30	<0,1	2,2	1,2		
C455 (V)	0,004	0,04	0,15	0,002	11,80	9,10	<0,1	2,0	1,6		
1.4108	0,310	0,68	0,41	0,002	15,54	0,16	0,97			0,41	0,017
1.4112	0,85- 0,95	<1,0	<1,0	0,030	17,0- 19,0		0,9- 1,3				0,040

5 Tabelle 1: Zusammensetzungen verschiedener bekannter Stähle in Gew.-%; Rest Eisen

Martensitische, nicht rostende Stähle, z. B. die Qualitäten AISI 420, können eine hohe Festigkeit bieten, doch nicht in Kombination mit Duktilität. Austenitische nicht rostende Stähle, z. B. die Reihe AISI 300, können gute Korrosionsbeständigkeit in Verbindung mit hoher Festigkeit und für einige Anwendungen annehmbarer Duktilität bieten, doch ist, um die hohe Festigkeit zu erreichen, eine starke Kaltreduktion erforderlich, und dies bedeutet, dass auch das halbfertige Produkt eine sehr hohe Festigkeit haben muss, was wiederum eine schlechte Formbarkeit zur Folge hat. Für die Gruppe der ausscheidungshärtbaren, nicht rostenden Stähle, gibt es zahlreiche unterschiedliche Qualitäten mit unterschiedlichen Eigenschaften. Sie haben jedoch einige Gemeinsamkeiten, beispielsweise werden die meisten von ihnen in einem Einweg- oder üblicher in einem Zweiwegverfahren in Vakuum geschmolzen, wobei die zweite Stufe ein Aufschmelzen unter Vakuum ist. Außerdem ist eine große Menge, d. h. > 1,5 Gewichts-% von ausscheidungsbildenden Elementen, wie Aluminium, Niob, Tantal und Titan, erforderlich, oftmals auch als Kombination dieser Elemente. Eine große Menge ist günstig für die Festigkeit, vermindert aber die Duktilität und die Formbarkeit. Eine solche Qualität findet sich z. B. in der US-Patentschrift 3 408 871. Diese Qualität bietet eine annehmbare Duktilität im Fertigprodukt in Verbindung mit einer Festigkeit von nur etwa 2.000 N/mm². Sie kann auch während der Herstellung von halbfertigen Produkten Nachteile haben, z. B. ist dieser Stahl empfindlich für Rissbildung im geglühten Zustand.

25 Beschreibung der Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand in der Überwindung der vorgenannten Probleme und Nachteile des Standes der Technik.

- 4 -

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Verwendung eines ausscheidungshärtbaren, martensitischen, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahls mit folgender Zusammensetzung (in Gewichts-%):

	Chrom	10 bis 14
5	Nickel	7 bis 11
	Molybdän	0,5 bis 6
	Kupfer	0,5 bis 4
	Aluminium	0,05 bis 0,55
	Titan	0,4 bis 1,4
10	Kohlenstoff + Stickstoff	bis zu 0,3
	Schwefel	weniger als 0,05
	Phosphor	weniger als 0,05
	Mangan	bis zu 0,5
	Silizium	bis zu 0,5
15	Tantal, Niob, Vanadium und Wolfram	jeweils bis zu 0,2
	Kobalt	gegebenenfalls bis zu 9,0
	Bor	gegebenenfalls 0,0001 bis 0,1

wobei der Rest aus Eisen und üblichen Verunreinigungen besteht,
zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen.

20 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin durch die Bereitstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen gelöst, die aus ausscheidungshärtbarem, martensitischem, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahl mit der vorgenannten Zusammensetzung hergestellt sind.

25 Erfindungsgemäße Rotationswerkzeuge sind vorzugsweise Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeuge mit oder ohne geometrisch definierte Schneiden, besonders bevorzugt maschinell getriebenen spanende Rotationswerkzeuge gemäß DIN 8580. Solch ein Werkzeug besteht in der Regel aus einem Schaft, einem spanabhebenden Werkzeugkopf und einem Befestigungsteil. Das Werkzeug wird axial und/oder transversal bewegt. Ein überraschender, von der Erfindung erfasster Effekt ist, dass erfindungsgemäß verwendeter ausscheidungshärtbarer, martensitischer, rostfreier Stahl in
30 solchen Anwendungen von Vorteil ist, in denen die Kombination von hoher Bruch- und Biegefestigkeit mit Härte- und Korrosionseigenschaften eine entscheidende Rolle spielt.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Rotationswerkzeuge medizinische Werkzeuge und Instrumente, insbesondere für die dentale und chirurgische Anwendung.

35

Ein weiterer überraschender, von der Erfindung erfasster Effekt betrifft die vorteilhafte Kombination von guter biologischer Verträglichkeit des erfindungsgemäß verwendeten ausscheidungshärtbaren, martensitischen, nicht rostenden Stahls mit guten Korrosionseigenschaften, hoher Duktilität und ausgezeichnet hoher Festigkeit von etwa 2.500 bis 3.000 N/mm². Diese Kombination erlaubt die

- 5 -

vorteilhafte Nutzung dieses Stahls in medizinischen Anwendungen, in denen das Material für einen kürzeren oder längeren Zeitraum im Körper des Patienten verbleibt.

Eine erfindungsgemäß besonders geeignete Stahlzusammensetzung enthält beispielsweise 12,0 Gew.-% Chrom, 9,1 Gew.-% Nickel, 4,0 Gew.-% Molybdän, 2,0 Gew.-% Kupfer, 0,9 Gew.-% Titan, 0,35 Gew.-% Aluminium, <0,012 Gew.-% Kohlenstoff und <0,012 Gew.-% Stickstoff.

Beschreibung der erfindungsgemässen Eigenschaften

Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Härte wurden an ausgehärteten Vollmaterialwerkstücken gleicher Geometrie aus dem erfindungsgemäß verwendeten Stahl und zwei anderen derzeit für Rotationswerkzeuge eingesetzten Stählen getestet.

Bei dem getesteten erfindungsgemäßen Stahl handelt es sich um eine Zusammensetzung gemäß dem in Tabelle 2 angegebenen Werkstoff 766685. Weitere Ausführungsbeispiele gehen aus Tabelle 2 hervor.

Werkstoff	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Ti	Cu	Al
766685	0,008	0,12	0,18	0,009	0,001	12,19	9,16	3,99	1,08	1,99	0,33
766757	0,01	0,13	0,27	0,011	0,001	11,85	9,0	3,95	0,97	1,96	0,33
451234	0,004	0,22	0,25	0,015	0,001	11,85	9,14	3,99	0,86	1,95	0,36
769228	0,008	0,11	0,21	0,006	0,001	12,05	9,15	3,96	0,90	1,99	0,34
768276	0,009	0,09	0,19	0,01	0,002	12,15	9,02	3,99	0,9	1,99	0,30
769014	0,008	0,08	0,25	0,01	0,001	11,99	9,12	4,07	0,82	1,99	0,37

Tabelle 2: Beispiele für erfindungsgemäße Stahlzusammensetzungen

- 5 Als Vergleichsstähle wurden die Qualitäten 1.4112 und 1.4108 verwendet, deren Zusammensetzungen in Tabelle 1 angegeben sind. Die untersuchten Proben waren Vollmaterialstangen mit kreisförmigem Querschnitt und einem Durchmesser von 4,5 mm. Alle getesteten Proben waren ausscheidungsgehärtet. Die Aushärtung des erfindungsgemäßen Stahls erfolgte bei 475°C für 4 Stunden. Die Aushärtung der Qualitäten 1.4112 und 1.4108 erfolgte nach den für diese Stähle vorgeschriebenen Aushärtungsverfahren bei 1000°C für 40-60 Minuten im Vakuum. Anschließend wurden
- 10 beide Qualitäten in Stickstoff auf minus 50°C abgekühlt. Der Werkstoff 1.4108 wurde noch zusätzlich bei 160°C für 2 Stunden angelassen. Die beschriebenen Verfahren für die Herstellung und Bearbeitung der Referenzmaterialien ergeben die höchstmöglichen Werte für Härte und Duktilität.
- 15 Die Aushärtung der jeweiligen Materialien wurde so durchgeführt, dass für alle getesteten Materialien eine vergleichbare Materialhärte erzielt wurde. Es wurden jeweils vier Proben eines Materials getestet. Die Ergebnisse des nach DIN EN 10002-1 durchgeführten Zugversuchs sind in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengefasst.

Werkstoff	Zugfestigkeit [MPa]	Bruchdehnung [%]	Rockwell C-Härte
766685	1935	9,1	52/53
766685	1938	9,1	52/53
766685	1941	9,1	52/53
766685	1946	9,1	52/53
1.4112	1989	<2	54/55
1.4112	1981	<2	54/55
1.4112	1987	<2	54/55
1.4112	2000	<2	54/55
1.4108	1323	<2	54/55
1.4108	1263	<2	54/55
1.4108	1153	<2	54/55
1.4108	1312	<2	54/55

Tabelle 3: Versuchsergebnisse, Zugversuch nach DIN EN 10002-1

- 5 Eine Untersuchung der Bruchstellen der getesteten Werkstoffe zeigte deutlich, dass der erfindungs-
gemäße Stahl ein äußerst zähes Bruchverhalten aufwies. Die Bruchflächen hatten die Form eines
sogenannten Trichterbruchs. Demgegenüber zeigten die Werkstoffe 1.4112 und 1.4108 sogenannte
Spaltbrüche mit einem nahezu 100%-igen Spröbruchanteil. Das gute Bruchdehnungsverhalten der
Proben aus dem erfindungsgemäßen Stahl geht einher mit einer hohen Biegsamkeit, ohne dass das
10 Material bricht. Die Proben können ohne Bruch mehrfach gebogen werden. Demgegenüber zerbra-
chen die Proben aus den Werkstoffen 1.4112 und 1.4108 beim ersten Verbiegen. Die anhängende
Figur 2 zeigt bei (A) die Bruchfläche des Vergleichswerkstoffs 1.4108 und bei (B) den unter glei-
chen Versuchsbedingungen gebogenen erfindungsgemäßen Werkstoff.
- 15 Es hat sich überraschend gezeigt, dass die Verwendung der erfindungsgemäß eingesetzten Stahl-
sorte zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, wie Bohr-, Fräs-, Schleif-
und Schneidwerkzeugen mit und ohne definierter Schneide insbesondere in dentalen und chirurgi-
schen Anwendungen besondere Vorteile aufgrund des hervorragenden Bruchdehnungsverhaltens
der Stahlqualität gegenüber bisher verwendeten Stählen bietet. Bei den bisher verwendeten Stählen
20 standen insbesondere Härte und Korrosionsfestigkeit, sowie je nach Anwendung auch Biokompatibi-
lität im Vordergrund. Hinsichtlich der Bruchfestigkeit wurde bei bisher bekannten Stählen ein Kom-
promiss in Kauf genommen. Durch die erfindungsgemäße Verwendung des vorliegenden Stahls zur
Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, wie Bohr-, Fräs-, Schleif- und
Schneidwerkzeugen mit und ohne definierte Schneide konnten nun auch die Nachteile aus dem
25 Bruchverhalten der bisher auf dem Markt erhältlichen Produkte überwunden werden. Die erfin-

- 8 -

5 dnungsgemäß hergestellten Werkzeuge vereinen Härte, höchste Korrosionsbeständigkeit, gute Biokompatibilität und hervorragende Bruchfestigkeit in den hergestellten Produkten. Die Produkte bleiben auch beim Verbiegen bruchstabil und können, wie zum Beispiel in der plastischen Chirurgie, mehrfach gebogen werden, ohne ihre hervorragenden Materialeigenschaften einzubüßen. Darüber hinaus sind die erfindungsgemäß verwendeten Stahlqualitäten gut zerspanbar und in gehärtetem Zustand gut fräsbearbeitbar, was Vorteile bei der Herstellung der Produkte liefert. Ein weiterer Vorteil der Verwendung des erfindungsgemäß eingesetzten Stahls zur Herstellung von Rotationswerkzeugen ist die verhältnismäßig niedrige Härtungstemperatur im Bereich von 425 bis 525°C, wodurch sich erhebliche Energiekosten bei der Herstellung einsparen lassen.

10 Wenn Werkzeuge zum mehrmaligen Gebrauch zugelassen werden, so müssen sie während der Sterilisierung besonders hohe Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit des Stahles erfüllen. Erfindungsgemäße Werkzeuge wurden gemäß DIN 1662 auf ihre Korrosionsbeständigkeit getestet. Die in DIN 1662 definierten Versuchsbedingungen wurden dann auf die in Tabelle 4 aufgeführten Desinfektionslösungen übertragen und Werkzeuge anschließend optisch auf Korrosionsspuren untersucht. Aus Tabelle 4 gehen weiterhin die Bewertungen der optischen Begutachtung hervor. Die Tests wurden an Werkzeugen mit verschiedenem Oberflächenfinish, d.h. geschliffen, gefräst, elektroliert und glasperlen- oder sandgestrahlt, durchgeführt. Da im medizinischen Bereich besondere Vorschriften zur Kennzeichnung der Werkzeuge gelten, um Fehlern bei der Anwendung vorzubeugen, wurde besonderes Augenmerk auf die Laserkennzeichnung derselben gelegt. Sowohl die Wärmeeinwirkung als auch die Bereiche, die stärker mechanisch bearbeitet wurden, wie z.B. die Schnittflächen der jeweiligen Rotationswerkzeuge sind besonderen Beanspruchungen während des Gebrauchs in korrosiven Medien und bei der Sterilisation ausgesetzt. Aus der bisherigen Erfahrung mit diesen Bereichen und den oben genannten Legierungen hat sich ergeben, dass dort induzierte Fehlerstellen und Korrosionsansatzpunkte entstehen. Die durchgeführte optische Begutachtung der erfindungsgemäßen Werkzeuge nach oben beschriebenem Korrosionstest ergab keinerlei Hinweise auf Korrosion oder Materialabgang.

Desinfektionslösung / Handelsname	Wirkstoff(e)	Optische Bewertung
Sekusept Plus	Antimikrobielle Wirkstoffe, Tenside, Korrosionsinhibitoren, Phosphate, 10% Natriumperborat, 10% Tetracetylglykoluril	Keine Korrosionsspuren
Sekumatic FNP	Nichtionische Tenside, Phosphorsäure (über 25%), Korrosionsinhibitoren	Keine Korrosionsspuren
Sekumatic PRE	Unter 5% nichtionische Tenside, über 30% Phosphate, Enzyme	Keine Korrosionsspuren
Ringer-Lösung	Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Calciumchlorid	Keine Korrosionsspuren
NaCl		Keine Korrosionsspuren
H ₂ O ₂		Keine Korrosionsspuren
Neodisher FA	15-30% Phosphate, 15-30% Natrium- und Kaliumsilikate	Keine Korrosionsspuren
Hypochlorid	NaClO	Keine Korrosionsspuren

Tabelle 4: Korrosionsbeständigkeit erfindungsgemäß hergestellter Werkzeuge

- 5 Da die Korrosionsresultate den Schluss zulassen, dass das Material sowohl unter sauren als auch alkalischen Anwendungsbedingungen eine hohe Korrosionsbeständigkeit aufweist, ist davon auszugehen, dass es auch für die Anwendung als Rotationswerkzeug in keramischen Materialien, Holz, Plastikmaterialien und Stahl und unter den genannten Umweltbedingungen mit Vorteil einzusetzen ist.

10

Beschreibung der Figuren

Figur 1 zeigt eine mögliche Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Form eines Bohrers.

Figur 2 zeigt die Bruchfläche (A) des Vergleichswerkstoffs 1.4108 und den unter gleichen Versuchsbedingungen gebogenen erfindungsgemäßen Werkstoffs (B).

15

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in Form eines Bohrers für die chirurgische Anwendung. Das Verhältnis von Werkzeuglänge zum Durchmesser liegt in diesem Fall bei ca. 72:1. Ein Längen/Durchmesser-Verhältnis in dieser Größenordnung bringt besondere Anforderungen an die Biegesteifigkeit des verwendeten Stahles mit sich, die vom erfindungsgemäßen Stahl unter Vermeidung der oben genannten Nachteile erbracht werden.

20

Figur 2 zeigt bei (A) die im Biegetest erhaltene Bruchfläche des oben beschriebenen Werkstoffes 1.4108 und bei (B) den unter gleichen Versuchsbedingungen gebogenen erfindungsgemäßen Werkstoff.

25

Patentansprüche

1. Verwendung eines ausscheidungshärtbaren, martensitischen, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahls mit folgender Zusammensetzung (in Gewichts-%):

5	Chrom	10 bis 14
	Nickel	7 bis 11
	Molybdän	0,5 bis 6
	Kupfer	0,5 bis 4
	Aluminium	0,05 bis 0,55
10	Titan	0,4 bis 1,4
	Kohlenstoff + Stickstoff	bis zu 0,3
	Schwefel	weniger als 0,05
	Phosphor	weniger als 0,05
	Mangan	bis zu 0,5
15	Silizium	bis zu 0,5
	Tantal, Niob, Vanadium und Wolfram	jeweils bis zu 0,2
	Kobalt	gegebenenfalls bis zu 9,0
	Bor	gegebenenfalls 0,0001 bis 0,1

wobei der Rest aus Eisen und üblichen Verunreinigungen besteht,

- 20 zur Herstellung von maschinell getriebenen Rotationswerkzeugen, vorzugsweise Bohr-, Fräs-, Schleif- und Schneidwerkzeugen.

2. Verwendung nach Anspruch 1, wobei die Rotationswerkzeuge geometrisch definierte Schneiden aufweisen.

25

3. Verwendung nach Anspruch 1, wobei die Rotationswerkzeuge nicht geometrisch definierte Schneiden aufweisen

4. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Rotationswerkzeuge medizinische Werkzeuge und Instrumente sind.

30

5. Maschinell getriebene Rotationswerkzeuge, hergestellt aus ausscheidungshärtbarem, martensitischem, nicht rostenden Chrom-Nickel-Stahl mit folgender Zusammensetzung (in Gewichts-%):

5	Chrom	10 bis 14
	Nickel	7 bis 11
	Molybdän	0,5 bis 6
	Kupfer	0,5 bis 4
	Aluminium	0,05 bis 0,55
10	Titan	0,4 bis 1,4
	Kohlenstoff + Stickstoff	bis zu 0,3
	Schwefel	weniger als 0,05
	Phosphor	weniger als 0,05
	Mangan	bis zu 0,5
15	Silizium	bis zu 0,5
	Tantal, Niob, Vanadium und Wolfram	jeweils bis zu 0,2
	Kobalt	gegebenenfalls bis zu 9,0
	Bor	gegebenenfalls 0,0001 bis 0,1

wobei der Rest aus Eisen und üblichen Verunreinigungen besteht.

20

6. Maschinell getriebene Rotationswerkzeuge nach Anspruch 5, wobei die Rotationswerkzeuge geometrisch definierte Schneiden aufweisen.

7. Maschinell getriebene Rotationswerkzeuge nach Anspruch 5, wobei die Rotationswerkzeuge nicht geometrisch definierte Schneiden aufweisen.

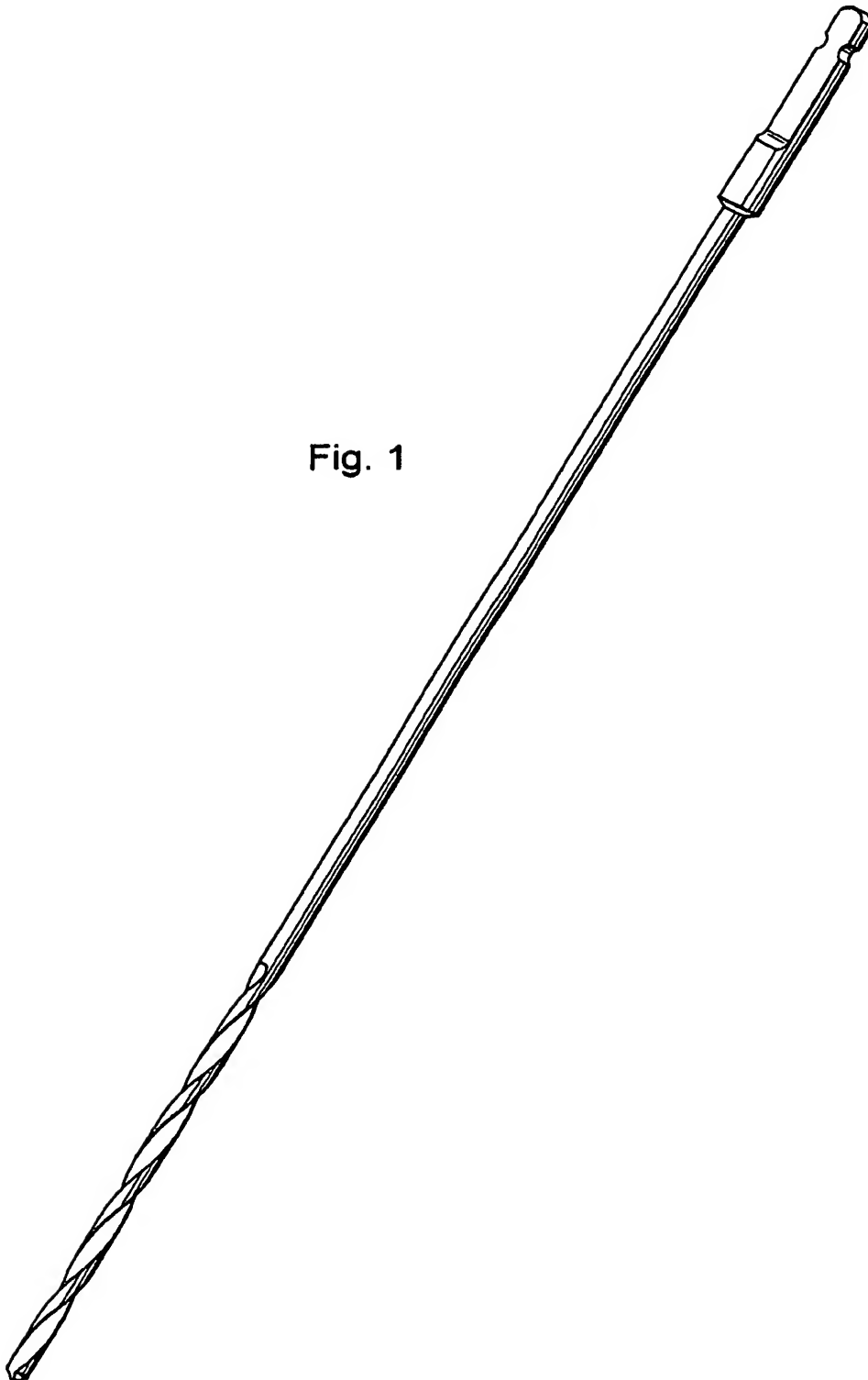
25

8. Maschinell getriebene Rotationswerkzeuge nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Rotationswerkzeuge medizinische Werkzeuge und Instrumente sind.

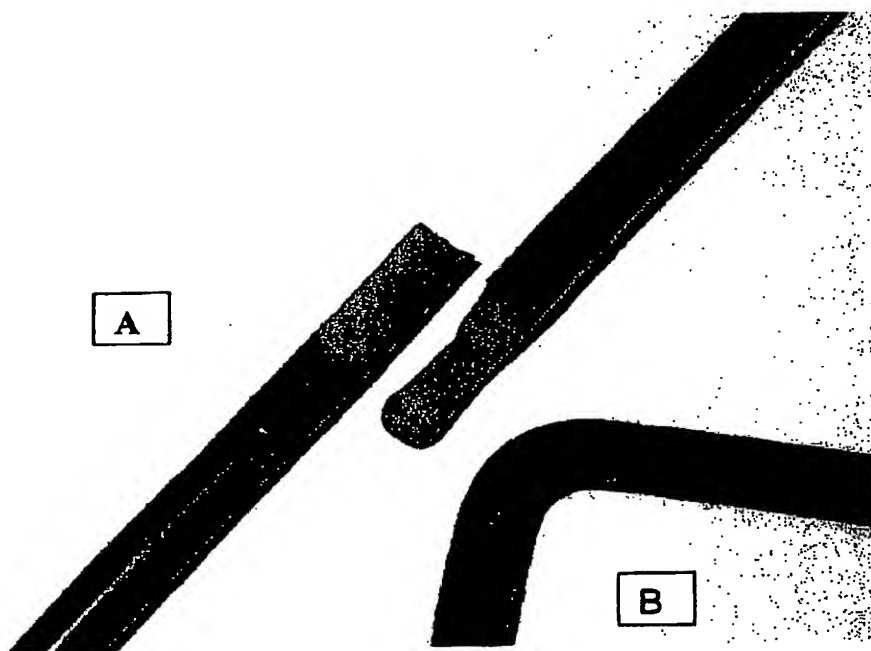
30

1/2

Fig. 1



2/2



Figur 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/50743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C22C38/42 C22C38/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

METADEx, EPO-Internal, WPI Data, PAJ, CHEM ABS Data, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	STIGENBERG, A.H. ET AL: "Corrosion resistant maraging steel for use in medical and dental equipment." WIRE (1995) 1, 30-34, 36, PHOTOMICROGRAPHS, GRAPHS, 12 REF. ISSN: 0043-5996, XP009026258 figure 1; table 1 --- -/--	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

A document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 February 2004

Date of mailing of the international search report

27/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Badcock, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/50743

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>NILSSON, J.-O. (SANDVIK STEEL) ET AL: "The formation of isothermal martensite in a 12Cr - 9Ni - 4Mo maraging stainless steel." NETHERLANDS SOCIETY FOR MATERIALS SCIENCE. P.O. BOX 390, ZWIJNDRECHT, NL 3330 AJ, NETHERLANDS. 1997. 491-494, GRAPHS, 10 REF. CONFERENCE: EUROMAT 97: 5TH EUROPEAN CONFERENCE ON ADVANCED MATERIALS AND PROCESSES AND APPLICATIONS. VOL. 1. METALS AND COM, XP009026244 table 1</p>	1-8
A	<p>NILSSON, J.-O. (SANDVIK STEEL) ET AL: "The formation of isothermal martensite in a 12Cr - 9Ni - 4Mo maraging stainless steel." CORROSION REVIEWS (1999) 17, (2), 131-136, GRAPHS, 10 REF. ISSN: 0048-7538, XP009026256 table 1</p>	1-8
A	<p>STIGENBERG, A.H. (SANDVIK STEEL) ET AL: "The Aging Behaviour in a 12Cr - 9Ni - 4Mo Maraging Steel Used in Dental and Medical Instruments." ASSOCIAZIONE ITALIANA DI METALLURGIA. PIAZZALE RODOLFO MORANDI 2, MILAN, I-20121, ITALY. 1993. 1.245-1.250, GRAPHS, 7 REF. ACCESSION NUMBER: 94(4):72-323 CONFERENCE: PROCESSES AND MATERIALS: INNOVATION STAINLESS STEEL. VOL. 1, FLORENCE, ITALY, 11-14 , XP009026252 Abstract table 1</p>	1-8
A	<p>NILSSON, J.-O. (SANDVIK STEEL) ET AL: "Quasicrystalline and crystalline precipitation during isothermal tempering in a 12Cr - 9Ni - 4Mo maraging stainless steel." ACTA METALL. MATER. (1995) 43, (7), 2881-2890, PHOTOMICROGRAPHS, DIFFRACTION PATTERNS, GRAPHS, 41 REF. ISSN: 0956-7151, XP009026232 table 1</p>	1-8

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/50743

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>HOLMQUIST, M. (SANDVIK STEEL) ET AL: "Isothermal formation of martensite in a 12Cr - 9Ni - 4Mo maraging stainless steel." SCRIPTA METALLURGICA ET MATERIALIA (1995) 33, (9), 1367-1373, GRAPHS, PHOTOMICROGRAPHS, 14 REF. ISSN: 0956-716X, XP002934529 table 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/50743

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C22C38/42 C22C38/44

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C22C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

METADEx, EPO-Internal, WPI Data, PAJ, CHEM ABS Data, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	STIGENBERG, A.H. ET AL: "Corrosion resistant maraging steel for use in medical and dental equipment." WIRE (1995) 1, 30-34, 36, PHOTOMICROGRAPHS, GRAPHS, 12 REF. ISSN: 0043-5996, XP009026258 Abbildung 1; Tabelle 1 --- -/--	1-8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Februar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/02/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Badcock, 6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/50743

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>NILSSON, J.-O. (SANDVIK STEEL) ET AL: "The formation of isothermal martensite in a 12Cr - 9Ni - 4Mo maraging stainless steel." NETHERLANDS SOCIETY FOR MATERIALS SCIENCE. P.O. BOX 390, ZWIJNDRECHT, NL 3330 AJ, NETHERLANDS. 1997. 491-494, GRAPHS, 10 REF. CONFERENCE: EUROMAT 97: 5TH EUROPEAN CONFERENCE ON ADVANCED MATERIALS AND PROCESSES AND APPLICATIONS. VOL. 1. METALS AND COM, XP009026244 Tabelle 1</p>	1-8
A	<p>NILSSON, J.-O. (SANDVIK STEEL) ET AL: "The formation of isothermal martensite in a 12Cr - 9Ni - 4Mo maraging stainless steel." CORROSION REVIEWS (1999) 17, (2), 131-136, GRAPHS, 10 REF. ISSN: 0048-7538, XP009026256 Tabelle 1</p>	1-8
A	<p>STIGENBERG, A.H. (SANDVIK STEEL) ET AL: "The Aging Behaviour in a 12Cr - 9Ni - 4Mo Maraging Steel Used in Dental and Medical Instruments." ASSOCIAZIONE ITALIANA DI METALLURGIA. PIAZZALE RODOLFO MORANDI 2, MILAN, I-20121, ITALY. 1993. 1.245-1.250, GRAPHS, 7 REF. ACCESSION NUMBER: 94(4):72-323 CONFERENCE: PROCESSES AND MATERIALS: INNOVATION STAINLESS STEEL. VOL. 1, FLORENCE, ITALY, 11-14 , XP009026252 Abstract Tabelle 1</p>	1-8
A	<p>NILSSON, J.-O. (SANDVIK STEEL) ET AL: "Quasicrystalline and crystalline precipitation during isothermal tempering in a 12Cr - 9Ni - 4Mo maraging stainless steel." ACTA METALL. MATER. (1995) 43, (7), 2881-2890, PHOTOMICROGRAPHS, DIFFRACTION PATTERNS, GRAPHS, 41 REF. ISSN: 0956-7151, XP009026232 Tabelle 1</p>	1-8

-/-

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/50743

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>HOLMQUIST, M. (SANDVIK STEEL) ET AL: "Isothermal formation of martensite in a 12Cr - 9Ni - 4Mo maraging stainless steel." SCRIPTA METALLURGICA ET MATERIALIA (1995) 33, (9), 1367-1373, GRAPHS, PHOTOMICROGRAPHS, 14 REF. ISSN: 0956-716X, XP002934529 Tabelle 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-8